

**ESTUDIO DE MÉTODOS, TIEMPOS, DISEÑO DE PUESTOS DE TRABAJO Y  
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA  
EMPRESA TRAZAS INGENIERÍA S.A.S.**



**Universidad  
Tecnológica  
de Pereira**

**ANDRÉS ESTEBAN ARREDONDO PIZARRO  
JHONIER ANDRÉS GARCÍA RAMÍREZ**

**DIRECTOR DEL PROYECTO DE GRADO  
GERMÁN COOK**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
PEREIRA**

**2019**

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	7
ABSTRACT	7
1. ÁREA DE INVESTIGACIÓN	8
2. MATERIAS DE INVESTIGACIÓN	8
3. LÍMITE O ALCANCE	8
4. OBJETIVOS	9
4.1 OBJETIVO GENERAL	9
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	10
5.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	10
5.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	11
5.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA	11
6. JUSTIFICACIÓN	12
7. MARCO DE REFERENCIA	13
7.1 MARCO TEÓRICO	13
7.2 MARCO CONCEPTUAL	17
7.3 MARCO SITUACIONAL	19
7.4 MARCO LEGAL	20
8. DISEÑO METODOLÓGICO	22
8.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	22
8.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	22
8.3 FUENTES PARA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	23
8.3.1 Fuentes Primarias	23
8.3.2 Fuentes Secundarias	23
8.4 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	23
8.4.1 Población	23
8.4.2 Muestra	23

8.5 PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN	23
9. DESARROLLO METODOLÓGICO	24
10. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS	25
10.1 CRONOGRAMA	25
10.2 PRESUPUESTO	26
11. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA	27
11.1 RESEÑA HISTÓRICA	27
11.2 MISIÓN	27
11.3 VISIÓN	27
11.4 VALORES	28
11.5 POLÍTICA DE CALIDAD	28
12. ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS PARA CADA ESTACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CAJAS DE ACRÍLICO	29
12.1 ESTACIÓN DE CORTE	30
12.1.1 Análisis de las tareas y puestos de trabajo	31
12.1.2 Determinación de tiempos estándar para el corte de piezas	32
12.1.3 Evaluación	32
12.1.4 Propuestas de mejora	33
12.2 ESTACIÓN DE FORMADO DE PIEZAS	33
12.2.1 Análisis de las tareas y puestos de trabajo	34
12.2.2 Determinación de tiempos estándar para el formado de piezas	35
12.2.3 Evaluación	36
12.2.4 Propuestas de mejora	36
12.3 ESTACIÓN DE PULIDO	36
12.3.1 Análisis de las tareas y puestos de trabajo	37
12.3.2 Determinación de tiempos estándar para el pulido de piezas	38
12.3.3 Evaluación	38
12.3.4 Propuestas de mejora	38
12.4 ESTACIÓN DE PEGADO	39
12.4.1 Análisis de las tareas y puestos de trabajo	39

12.4.2 Determinación de tiempos estándar para el pegado de piezas	40
12.4.3 Evaluación	41
12.4.4 Propuestas de mejora	41
12.5 ESTACIÓN DE ACABADO	42
12.5.1 Análisis de las tareas y puestos de trabajo	43
12.5.2 Determinación de tiempos estándar para el acabado	44
12.5.3 Evaluación	45
12.5.4 Propuestas de mejora	45
13. ACTIVIDADES UTILIZADAS EN EL DIAGRAMA DE RECORRIDO DE PROCESOS	46
14. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PROPUESTA	49
15. ANÁLISIS DE TIEMPOS DE LINEA	50
16. MODELO ACTUAL MEDIANTE PROGRAMACIÓN EN PROMODEL	54
16.1 RESUMEN RESULTADOS SIMULACIÓN MODELO ACTUAL	55
17. MODELO CON PROPUESTA DE MEJORA MEDIANTE PROGRAMACIÓN EN PROMODEL	56
17.1 RESUMEN RESULTADOS SIMULACIÓN MODELO PROPUESTO	57
18. ANÁLISIS DEL ESTUDIO	58
19. CONCLUSIONES	60
20. RECOMENDACIONES	61
21. BIBLIOGRAFÍA	62

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cronograma	25
Tabla 2. Presupuesto	26
Tabla 3. tiempo estándar para corte de piezas	32
Tabla 4. Tiempo estándar para el formado de piezas	35
Tabla 5. Tiempo estándar pulido de piezas	38
Tabla 6. Tiempo estándar área de pegado	40
Tabla 7. Tiempos estándar acabado	44
Tabla 8. Descripción actividades del diagrama de recorrido de proceso	46
Tabla 9. Tiempos actuales de la línea de producción	50
Tabla 10. Tiempos de la línea de producción con propuesta de mejora	52
Tabla 11. Resumen resultados simulación modelo actual	55
Tabla 12. Resumen resultados simulación modelo propuesto	57

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Movimientos básicos utilizados en cualquier operación	18
Figura 2. Mapa de ubicación de la empresa Trazas Ingeniería	20
Figura 3. Lámina de acrílico de 3mx2m sobre máquina láser en funcionamiento	30
Figura 4. Pieza espaldar/base en mesa de resistencia 1 para realizar pliegue de 135°	34
Figura 5. Pieza espaldar/base, en mesa de resistencia de 5 alambres para obtener pliegue de 90°	35
Figura 6. Estación de pulido	37
Figura 7. Estación de pegado	40
Figura 8. Área de acabado	42
Figura 9. Pegado cintas métricas	44
Figura 10. Diagrama de recorrido de proceso	47
Figura 11. Diseño de planta propuesto	49
Figura 12. Tiempos actuales por área	51
Figura 13. Tiempos propuesta de mejora por área	53
Figura 14. Simulación modelo actual	54
Figura 15. Simulación modelo propuesto	56

## **RESUMEN**

En este proyecto se desarrolla un estudio de métodos y tiempos para la línea de producción de cajas de acrílico en la empresa Trazas Ingeniería, con el fin de determinar el tiempo invertido en cada proceso y subprocesso así como los métodos empleados en su desarrollo, para finalmente determinar y proponer mejoras que permitan una mayor eficiencia en la producción. También, se plantea un rediseño en los puestos de trabajo y en la distribución en planta con la misma finalidad de hacer más ágil y efectivo cada proceso.

## **ABSTRACT**

This project develops a study of methods and times for the production line of acrylic boxes in the company TrazasIngeniería, in order to determine the time invested in each process and subprocess as well as the methods used in its development, to finally determine and propose improvements that allow greater efficiency in production. Also, a redesign is proposed in the work stations and in the plant distribution with the same purpose of making each process more agile and effective.

## **1. ÁREA DE INVESTIGACIÓN**

Las áreas de investigación que estarán relacionadas en la realización del proyecto son: Ingeniería de Métodos, Sistemas de Producción y Diseño de Plantas.

## **2. MATERIAS DE INVESTIGACIÓN**

Para el desarrollo del proyecto se requiere la aplicación de los conocimientos adquiridos en algunas de las materias cursadas durante la carrera, entre ellas se encuentran:

- Ingeniería de Métodos.
- Diseño de Plantas.
- Producción.
- Simulación.
- Seminario de Investigación.
- Legislación Laboral y Comercial.

## **3. LÍMITE O ALCANCE**

El alcance o límite al que se espera llegar con el proyecto es, en un principio, a la evaluación de alternativas de mejora en los métodos, tiempos, diseño de puestos de trabajo y distribución en planta de la línea de producción de la compañía, definiendo así, la mejor alternativa por parte de los responsables del proyecto; posteriormente, el jefe de la empresa evaluará y determinará su implementación o no en la línea de producción.



## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

- Diseñar puestos de trabajo, métodos de manejo del tiempo y distribución en planta que permitan una producción más óptima y efectiva en la línea de producción de la empresa Trazas Ingeniería S.A.S.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Registrar las actividades y métodos empleados en la línea de producción de la empresa para la fabricación de sus productos.
- Examinar el diseño de los puestos de trabajo en los que se llevan a cabo las tareas por parte de los trabajadores.
- Establecer alternativas de mejoramiento de métodos, tiempos y diseño de puestos de trabajo.
- Definir y diseñar la mejor distribución en planta de acuerdo al estudio realizado.

## **5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **5.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

Durante años, tanto el estudio de métodos y tiempos como el diseño de puestos de trabajo y distribución en planta buscan optimizar los tiempos de trabajo basándose en un buen diseño del producto, un buen funcionamiento del proceso y disminuyendo los tiempos ociosos o improductivos de los trabajadores.

George Kanawaty nos presenta la siguiente definición: “El estudio de métodos y tiempos es la técnica por excelencia para minimizar la cantidad de trabajo, eliminar los movimientos innecesarios y sustituir métodos. La medición de trabajo a su vez, sirve para investigar, minimizar y eliminar el tiempo ocioso o improductivo, es decir, el tiempo durante el cual no se genera valor agregado”. [1]

Aun así, es necesario considerar el aspecto humano para desarrollar el trabajo de una manera más práctica; es decir, tener presente la humanidad del trabajador sin pasar por alto sus necesidades básicas y/o fisiológicas; además, considerar que todo tiempo improductivo no es sólo atribuible al trabajador sino también a la parte directiva.

De esta manera, se pretende aplicar este estudio con el fin de optimizar los procesos productivos en la fabricación de acrílicos de la empresa Trazas, la cual fue constituida a principios de año del 2016, y no cuenta con métodos estandarizados en la fabricación de sus productos.

## **5.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

- ¿Cómo diseñar puestos de trabajo, métodos de manejo del tiempo y distribución en planta que permitan una producción más óptima y efectiva en la línea de producción de la empresa Trazas Ingeniería S.A.S.?

## **5.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA**

- ¿Cuáles son las actividades y métodos empleados en la línea de producción de la empresa para la fabricación de sus productos?
- ¿Cómo están diseñados los puestos de trabajo en los que los empleados realizan sus tareas?
- ¿Qué alternativas de mejoramiento de métodos, tiempos y diseño de puestos de trabajo se podrían considerar?
- ¿Cuál es la distribución de planta ideal de acuerdo al estudio realizado?

## **6. JUSTIFICACIÓN**

Teniendo en cuenta la gran importancia de las pequeñas empresas o pymes en Colombia y el dinamismo del comportamiento de la economía, se hace necesario la adaptación y la flexibilidad ante los constantes cambios.

Debido a esto, es de vital importancia darle un gran protagonismo al mejoramiento de los procesos de producción, apuntándole a obtener productos de mejor calidad, con más eficiencia en los métodos productivos, haciendo un análisis que arroje información de los procedimientos los cuales se puedan optimizar y conlleven a un mejor funcionamiento de la empresa. También, por medio del estudio de métodos y tiempos brindar un panorama del ritmo de producción y de cómo se encuentran distribuidos los procesos, para que a través de los datos obtenidos mediante estos mecanismos se logre identificar posibles dificultades o focos a atacar con el fin de reducir tiempos, costos y además aportar un mayor control de las variables en el proceso productivo.

Al realizar esta investigación se obtienen las herramientas para tener a la mano información veraz y confiable sobre el desarrollo del sistema productivo de la empresa, para llegar a aplicar y obtener las mejoras esperadas. Esto hace que una pequeña empresa llegue a ser competitiva, estandarizar procesos estableciendo un orden, todo esto al mismo tiempo que se tracen objetivos a cumplir dentro de la compañía, los cuales permitan tener una visión de crecimiento ya que se contaría con herramientas y bases que facilitarían la toma acciones para alcanzar los niveles deseados.

## **7. MARCO DE REFERENCIA**

### **7.1 MARCO TEÓRICO**

El estudio de movimientos y tiempos en cada operación presentes en un proceso productivo tiene como propósito la eliminación, reducción o simplificación de movimientos no efectivos y efectivos que consisten en los 17 movimientos básicos denominados los Therbligs y los cuales son considerados como la conclusión en el análisis del movimiento producto de los Gilbreth, pioneros en el estudio de movimientos y en las leyes básicas de la economía de movimientos. Los Therbligs son una herramienta básica que hace que el estudio detallado de movimientos en cada operación sea más específico; logrando así, obtener un diagrama del proceso del operario más óptimo y eficiente.

“Los Therbligs se dividen en movimientos efectivos y no efectivos, estos últimos no avanzan en el progreso de cualquier operación y se deben eliminar cuando sea posible. Los Therbligs efectivos implican un avance directo en el progreso del trabajo, siendo movimientos básicos que pueden ser usados en cualquier operación y haciendo un análisis de acuerdo a la complejidad y tiempo de la actividad realizada por un operario, lo que se busca para estos Therbligs es la simplificación de estos movimientos básicos, indispensables para cualquier operación”.<sup>[4]</sup> Al establecer las mejores secuencias de los Therbligs y los tiempos mínimos para una actividad, se responde a los principios de economía del movimiento logrando obtener una mejor eficiencia y productividad en cada operación de la línea de producción, un método ideal para capacitar a los operarios y reducción de la fatiga en cada trabajador, permitiendo obtener un mejor rendimiento laboral. Es en esta última parte, es importante realizar un estudio adecuado en la cargas de trabajo para cada operación con el fin de encontrar el mejor diseño de los puestos de trabajo, con los respectivos tiempos

de descanso necesarios para que el operario pueda obtener su mejor rendimiento en las tareas a realizar y se pueda obtener un mejor nivel productivo en la empresa. De esta forma, en cualquier línea de producción es necesario manejar no sólo un estudio de movimientos y tiempos, sino que además es importante incluir un diseño ergonómico, los suplementos requeridos para cada operación como los medios adecuados para lograr una alta eficiencia operativa pero al mismo tiempo económica, en la línea productiva de una empresa.

Asimismo, la ingeniería de métodos hace hincapié en la importancia del estudio de la ergonomía y el diseño del trabajo, teniendo en cuenta que este último se refiere a la aplicación de controles de trabajo y tiempos de descanso para cada puesto de trabajo con el objetivo de llegar a un nivel óptimo que permita reducir en la mayor parte posible el tiempo ocioso, improductivo e ineficiente en cada uno de los puestos de trabajo que hacen parte de la línea de producción de una empresa.

“El diseño del trabajo es una ciencia que se refiere al diseño de tareas, estaciones de trabajo y del ambiente laboral cuyo fin es acoplarse de la mejor forma al operador humano. Internacionalmente el diseño del trabajo es conocido como ergonomía aunque en EEUU también se conoce como factores humanos; así, en el estudio de métodos y tiempos, el diseño ergonómico es parte fundamental en el desempeño eficiente de un operario y por lo que debe ser objeto de estudio en la solución del problema de investigación a estudiar”.<sup>[4]</sup> También, al definir el concepto de ergonomía según Niebel, Benjamín: “La ergonomía es la ciencia del ajuste de la tarea o del lugar del trabajo a las aptitudes y limitaciones de un operario”,<sup>[4]</sup> al referirse a diseño ergonómico se tienen en cuenta aspectos tales como la carga física y mental requerida para cada función, el entorno físico en cuanto a ventilación, nivel de ruido, iluminación y el tiempo apropiado en las diferentes estaciones laborales que interfieren en la línea de producción y que por tanto influyen en el nivel de producción, producto terminado y en los costos

asociados permitiendo obtener un proceso productivo económico y eficiente a la vez.

Como ya se había mencionado, el diseño del trabajo requiere de un control del trabajo y tiempos de descanso, por lo que en la investigación a realizar en la empresa Trazas se desarrollará un cursograma analítico de procesos con el propósito de identificar el desplazamiento, estaciones y descripción de cada una de las tareas en primera medida y posteriormente realizar además un muestreo sistemático del trabajo en cada uno de los puestos de trabajo con el fin de determinar si los tiempos de trabajo y descanso son los apropiados e identificar fallas que dificultan la optimización de procesos productivos por parte de los operarios, basados en un sistema de referencia de “Suplementos ILO”,<sup>[4]</sup> que permite determinar de acuerdo al esfuerzo físico y mental requerido, un ideal de tiempos en los descansos colectivos, suplementos personales y de fatiga básica, comparándolos con los resultados del muestreo sistemático en cada puesto de trabajo y de esta forma tener un punto de partida en la toma de decisiones en cuanto a los cambios o mejoras a realizar dentro de la línea de producción.

Es de mucha importancia realizar un óptimo programa de ingeniería de métodos que siga un proceso de forma ordenada, que abarque la identificación del problema como una forma segura en el enrutamiento del proyecto a realizar y poder cumplir los objetivos propuestos para posteriormente implementar el método y técnicas adecuadas.

También, es necesario para lograr los objetivos deseados diseñar una distribución de planta óptima, la cual “implica la ordenación física de los elementos industriales y comerciales. Esta ordenación ya practicada o en proyecto, incluye los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las actividades de servicio”,<sup>[3]</sup> esta es una herramienta propia de la ingeniería industrial para encontrar dicha solución óptima por medio del diseño de los espacios necesarios para el almacenamiento, movimiento de los materiales,

trabajadores y todas las actividades que permitan lograr que los procesos se desarrollen de forma correcta.

Para el diseño de instalaciones que así lo requieran, se toma como base los conceptos de Stephan Konz; a partir de allí, evaluar las alternativas de las estructuras de edificio, áreas especializadas, manejo de materiales entre estaciones de trabajo, servicios generales y el ambiente en general, colocando en práctica herramientas contemporáneas de la ingeniería como la tecnología de grupos, almacenamiento aleatorio, reducción de ruido y manejo de desechos.

Con el fin de obtener una distribución en planta más eficiente de manera sistemática, es preciso considerar los siguientes seis principios básicos:

“

1. Principio de la integración de conjunto: La mejor distribución es la que integra a los hombres, los materiales, la maquinaria, las actividades auxiliares, así como cualquier otro factor, de modo que resulte el compromiso mejor entre todas estas partes.
2. Principio de la mínima distancia recorrida: A igualdad de condiciones, es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material entre operaciones sea la más corta.
3. Principio de la circulación o flujo de materiales: En igualdad de condiciones, es mejor aquella distribución que ordene las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso esté en el mismo orden o secuencia en que se transforma, tratan o montan los materiales.
4. Principio del espacio cúbico: La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto en vertical como en horizontal.
5. Principio de la satisfacción y de la seguridad: A igualdad de condiciones, será siempre más efectiva la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los productores.



6. Principio de la flexibilidad: A igualdad de condiciones, será siempre más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada, con menos costo o inconvenientes.”<sup>[3]</sup>

En general, los principios de distribución en planta pretenden lograr una mejora económica al reducir costos y aumentar la producción; además, también busca darle seguridad y comodidad al trabajador al momento de realizar sus labores diarias.

## 7.2 MARCO CONCEPTUAL

- **Métodos y tiempos:** El estudio de los métodos de trabajo y la medición de sus tiempos es una técnica de organización básica utilizada para multitud de aplicaciones. A través de esta técnica se pueden descubrir carencias que de otra forma es difícil detectar.
- **Línea de producción:** Conjunto armonizado de diversos subsistemas, todos estos con una finalidad en común: transformar o integrar, materia prima en otros productos.
- **Balanceo de líneas:** Con el balanceo de líneas se busca establecer la mejor distribución de mano de obra e inventarios para maximizar el flujo de las operaciones.
- **Ergonomía:** Considerado como el diseño del trabajo, es la ciencia del ajuste de la tarea o del lugar del trabajo a las aptitudes y limitaciones de un operario. Los objetivos de esta ciencia, radican en lograr una mayor producción, eficiencia operativa y reducir la fatiga y lesiones que sufren los operadores.

- **Therbligs:** Denominados así por los pioneros en el estudio de los movimientos “los Gilbreth” como los 17 movimientos básicos utilizados en cualquier operación. Los Therbligs pueden ser efectivos y no efectivos y son indispensables en los estudios específicos de movimientos: [4]

Figura 1. Movimientos básicos utilizados en cualquier operación

**Tabla 4.5** Therbligs de los Gilbreth

Therbligs eficientes (Avanza el progreso del trabajo directamente. Puede reducirse, pero es difícil eliminarlo completamente).		
Therblig	Símbolo	Descripción
Alcanzar	RE	“Mover” la mano vacía hacia o desde el objeto; el tiempo depende de la distancia recorrida; por lo general es precedido por “Liberar” y seguido por “Sujetar”.
Mover	M	“Mover” la mano cargada; el tiempo depende de la distancia, el peso y el tipo de movimiento; por lo general es precedido por “Sujetar” y seguido por “Liberar” o “Posicionar”.
Sujetar o tomar	G	“Cerrar” los dedos alrededor de un objeto; comienza a medida que los dedos tocan el objeto y termina cuando se ha ganado el control; depende del tipo de sujeción; por lo general, es precedido por “Alcanzar” y seguido por “Mover”.
Liberar	RL	“Soltar” el control de un objeto, típicamente el más corto de los therbligs.
Preposicionar	PP	“Posicionar” un objeto en una ubicación predeterminada para su uso posterior; por lo general ocurre en conjunto con “Mover”, como cuando se orienta una pluma para escribir.
Utilizar	U	“Manipular” una herramienta para el uso para el que fue diseñada; fácilmente detectable, a medida que avanza el progreso del trabajo.
Ensamblar	A	“Unir” dos partes que embonan; por lo general es precedido por “Posicionar” o “Mover” y seguido por “Liberar”.
Desensamblar	DA	Es lo opuesto a “Ensamblar”, pues separa partes que embonan; por lo general es precedido por “Sujetar” y seguido por “Liberar”.
Therbligs ineficientes (No avanza el progreso del trabajo. Si es posible, debe eliminarse)		
Therblig	Símbolo	Descripción
Buscar	S	Ojos o manos buscan un objeto; comienza a medida que los ojos se mueven para localizar un objeto.
Seleccionar	SE	“Seleccionar” un artículo de varios; por lo general es seguido por “Buscar”.
Posicionar	P	“Orientar” un objeto durante el trabajo, por lo general precedido por “Mover” y seguido por “Liberar” (en oposición a <i>durante</i> en Preposicionar).
Inspeccionar	I	“Comparar” un objeto con el estándar, típicamente a la vista, pero podría ser también con los demás sentidos.
Planear	PL	“Pausar” para determinar la acción siguiente; por lo general se lo detecta como un titubeo que precede a “Mover”.
Retraso inevitable	UD	Más allá del control del operario debido a la naturaleza de la operación, por ejemplo, la mano izquierda espera mientras la derecha termina una búsqueda prolongada.
Retraso evitable	AD	El operario es el único responsable del tiempo ocioso, por ejemplo, toser.
Descanso para contrarrestar la fatiga	R	Aparece periódicamente, no en cada ciclo; depende de la carga de trabajo física.
Parar	H	Una mano soporta el objeto mientras la otra realiza trabajo útil.

- **Estudio de movimientos:** Es el análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo humano al ejecutar un trabajo. Su objeto es

eliminar o reducir los movimientos ineficientes y facilitar y acelerar los eficientes. Por medio del estudio de movimientos, el trabajo se lleva a cabo con mayor facilidad y aumenta el índice de producción.

- **Puesto de trabajo:** Es la parte del área de producción establecida a cada obrero o brigada, y dotada de los medios de trabajo necesarios para el cumplimiento de una determinada parte del proceso productivo.
- **Suplementos ILO:** Al referirse a suplementos o tiempos suplementarios, se considera el tiempo que se le concede al trabajador con el objetivo de compensar los retrasos, las demoras y los elementos contingentes que se presentan en la tarea o proceso. Además, estos suplementos muestran un rango estándar como base para determinar la carga de trabajo que puede tener un trabajador tanto en el esfuerzo físico como mental, las condiciones en cuanto al ambiente y nivel de ruido al que se encuentra sometido, con el objetivo de obtener el mejor rendimiento operativo. <sup>[4]</sup>

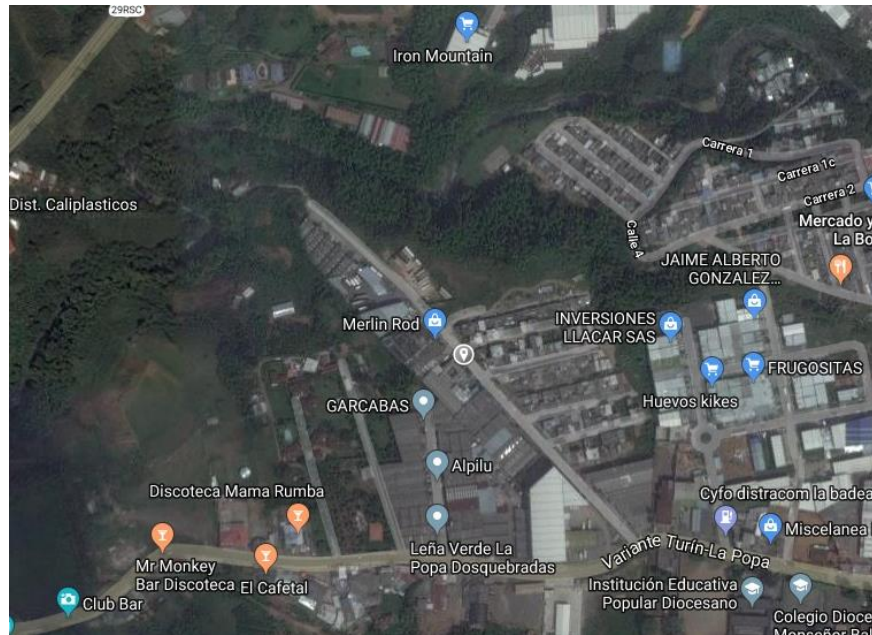
Los suplementos a concederse en el estudio de tiempos son:

- Suplementos por necesidades personales o básicas.
- Suplementos por descanso o fatiga.
- Suplementos por retrasos especiales.

### 7.3 MARCO SITUACIONAL

La empresa Trazas Ingeniería S.A.S. se encuentra ubicada en el departamento de Risaralda, en el municipio de Dosquebradas, en la Variante Turín – La Popa contiguo a MerlinRod.

**Figura 2. Mapa de ubicación de la empresa Trazas Ingeniería**



La compañía fue constituida en el año 2015 y se dedica a la fabricación de todo tipo de acrílicos; como avisos, contenedores, puertas, marcos, entre otros.

#### **7.4 MARCO LEGAL**

- **LEY 590 DEL 10 DE JULIO DEL AÑO 2000:** *"Por la cual se dictan disposiciones para promover el desarrollo de las micro, pequeñas y medianas empresa".*

Promover el desarrollo integral de las micro, pequeñas y medianas empresas en consideración a sus aptitudes para la generación de empleo, el desarrollo regional, la integración entre sectores económicos, el aprovechamiento productivo de pequeños capitales y teniendo en cuenta la capacidad empresarial de los colombianos. [7]

- **LEY 905 DEL 2 DE AGOSTO DEL AÑO 2004:** Para todos los efectos, se entiende por micro, pequeña y mediana empresa, toda unidad de explotación económica, realizada por personas naturales o jurídicas, en actividades empresariales, agropecuarias, industriales, comerciales o de servicios, rurales o urbanas, que responda a dos (2) de los siguientes parámetros:

Microempresa:

- a) Planta de personal no superior a los diez (10) trabajadores o,
- b) Activos totales excluida la vivienda por valor inferior a quinientos (500) salarios mínimos mensuales legales vigentes. <sup>[7]</sup>

## **8. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **8.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El proyecto será realizado con base en los conceptos de una Investigación Descriptiva, la cual busca evidenciar cómo es y cómo se manifiesta un fenómeno o estudio determinado; es decir, describir de manera exacta los eventos, situaciones, costumbres y actitudes predominantes de las diferentes actividades, procesos y personas en el ámbito a investigar. En una investigación descriptiva se seleccionan una serie de cuestiones y se mide cada una de ellas de manera independiente, para así describir lo que se investiga.

El proceso de la descripción no es exclusivamente la obtención de datos y su procesamiento, sino que, con base en una hipótesis o teoría previamente planteada, la información obtenida se resume y se analiza cuidadosamente con el fin de obtener resultados que contribuyan significativamente al estudio que se está realizando.

### **8.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

Se aplicará el método investigativo de Análisis; de este modo, se inicia por la identificación de cada una de las partes que caracterizan una realidad, en este caso cada puesto de trabajo en la línea productiva de la empresa Trazas. De esta manera, se establece la relación causa-efecto entre los elementos que componen el objeto de investigación; es decir, identificar cuáles son las posibles fallas en el sistema y qué mermas o demoras en la productividad pueden provocar las mismas.

### **8.3 FUENTES PARA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

**8.3.1 Fuentes Primarias:** Visitas a la empresa, reuniones y diálogos con el dueño y empleados, observación de los procesos.

**8.3.2 Fuentes Secundarias:** Bibliografía, webgrafía, repositorios institucionales.

### **8.4 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

Las técnicas específicas que nos ayudarán en la recolección de la información son, en primer lugar, la observación y grabación de métodos y procesos mediante instrumentos de registro como cámaras digitales y cronómetro, en segundo lugar, entrevistas a los trabajadores y a su empleador registradas mediante grabación de voz.

**8.4.1 Población:** Línea de producción de la empresa Trazas Ingeniería.

**8.4.2 Muestra:** Áreas de Corte, Formado, Pegado y Terminado.

### **8.5 PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN**

El procesamiento de la información será realizado mediante gráficos que indiquen la sucesión de los hechos y procesos con su escala de tiempo. Además de cursogramas sinópticos que permiten evidenciar el proceso principal, los secundarios internos y externos y la descripción de las actividades en forma general. Se empleará el software de simulación “ProModel” y el de diseño “Microsoft Visio”.

## **9. DESARROLLO METODOLÓGICO**

- ETAPA 1: Registrar los tiempos de ciclo de cada estación de la línea productiva.
- ETAPA 2: Evaluar los lugares de trabajo en que los empleados desarrollan su labor y presentar alternativas de mejora.
- ETAPA 3: Procesar la información obtenida mediante un diagrama de recorrido.
- ETAPA 4: Establecer un tiempo estándar de producción para posteriormente diseñar el nuevo método productivo que permita optimizar el proceso, esto mediante una simulación en ProModel.
- ETAPA 5: Diseñar una distribución en planta adecuada de acuerdo a los nuevos métodos de producción.
- ETAPA 6: Definir la alternativa de mejoramiento ideal para la línea de producción.
- ETAPA 7: Presentar el proyecto para su evaluación y aceptación.



## 10. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

### 10.1 CRONOGRAMA

**Tabla 1. Cronograma**

Registrar los tiempos de ciclo de cada estación de la línea productiva.						
Evaluar los lugares de trabajo en que los empleados desarrollan su labor						
Procesar la información obtenida						
Establecer métodos y tiempos estándares de producción						
Diseñar una distribución en planta de acuerdo a los nuevos métodos de producción						
Definir la alternativa de mejoramiento ideal para la línea de producción						
Presentar el proyecto para su evaluación y aceptación						

## 10.2 PRESUPUESTO

**Tabla 2. Presupuesto**

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	VR.UNITARIO	VR.TOTAL
LAPICEROS	2	\$800	\$1.600
BORRADORES	2	\$1.000	\$2.000
PORTAMINAS 0,7	2	\$3.000	\$6.000
MINAS PARA PORTAMINAS	5	\$1.000	\$5.000
RESALTADORES	2	\$2.000	\$4.000
TRANSPORTE	24	\$1.800	\$43.200
PAPELERÍA (RESMA)	1	\$14.000	\$14.000
FOTOCOPIAS	50	\$100	\$5.000
		TOTAL	\$80.800

## **11. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA**

### **11.1 RESEÑA HISTÓRICA**

Trazas Ingeniería S.A.S. surge en el año 2015 gracias a una idea y el deseo de emprender de Ronald Campos, egresado de la Universidad Tecnológica de Pereira e Ingeniero Mecánico, quien identificó un mercado con una buena demanda por parte de otras empresas y el cual no tenía mucha oferta en la región. Además, aprovechando su conocimiento en resistencias, propiedades y manejo de materiales decidió iniciar este proyecto, el cual en un inicio tenía como establecimiento un garaje ubicado en el barrio Santa Mónica de la ciudad de Dosquebradas junto a otros 2 trabajadores. Dos años después y tras haberse posicionado gracias a la fidelización de sus clientes por ofrecer productos de gran calidad, se contrataron 2 trabajadores más y trasladaron sus instalaciones a una bodega ubicada en La Badea donde se encuentran produciendo hoy en día.

### **11.2 MISIÓN**

Trazas Ingeniería S.A.S. es una empresa fabricante de productos a base de acrílico teniendo siempre como objetivo ofrecer la mejor calidad gracias a su materia prima importada. Buscamos siempre satisfacer al cliente no sólo en calidad sino también en los tiempos de entrega pactados.

### **11.3 VISIÓN**

Seguir posicionándonos a nivel regional y nacional con el fin de expandirnos para captar nuevos clientes y nuevos mercados.

#### **11.4 VALORES**

- Calidad.
- Puntualidad.
- Responsabilidad.
- Eficiencia.
- Compromiso.

#### **11.5 POLÍTICA DE CALIDAD**

Nuestra empresa tiene como política de calidad ofrecer sus productos con las medidas correctas, así como los pliegues, soportes, diseños y variedad que el cliente requiera con el fin de mantener siempre un buen nombre y un buen prestigio tanto como la responsabilidad al cumplir siempre los tiempos pactados para entregar la cantidad de pedidos que se requieran.

## **12. ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS PARA CADA ESTACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CAJAS DE ACRÍLICO**

Se tomarán los estudios correspondientes y planteados previamente con base en la fabricación de cajas de acrílico para grano, las cuales podemos observar frecuentemente en los supermercados a la hora de adquirir nuestros productos de la canasta familiar.

Estas cajas son el producto principal que se comercializa en la empresa ya que representan alrededor del 66% de la producción semanal de la compañía; y a su vez son las que generan las ganancias más representativas para la empresa debido a que mensualmente le son solicitados lotes de producción para ser entregados a diferentes franquicias de supermercados ubicados en todo el país.

Otros productos fabricados son: cajas para pan, puertas, marcos, avisos, lámparas led, entre otros, semanalmente se producen entre 8 y 10 artículos sumados a las cajas de acrílico para grano, donde se fabrican de 15 a 20 cajas, se tiene un total de producción semanal entre 23 y 30 artículos teniendo las cajas de acrílico para grano un 66% de la producción total, mensualmente se despachan lotes a los clientes entre 60 y 80 cajas. Debido a esto se selecciona la caja de acrílico para grano en el presente estudio, agregando que es la producción más constante según lo solicitado por los clientes, el resto de productos se fabrican ocasionalmente y no representan un porcentaje considerable en la producción de la empresa Trazas Ingeniería y es la caja de acrílico para grano el producto abanderado de la organización.

En la línea de producción de la empresa Trazas Ingeniería se cuenta con 4 estaciones o áreas de trabajo, las cuales son: Corte, Formado, Pulido, Pegado y Acabado.

## 12.1 ESTACIÓN DE CORTE

En la estación de corte, la cual es la primera estación del proceso, se realizan todos los cortes de las piezas que se requieren para la elaboración de las cajas para grano a través de una máquina láser. Este procedimiento es realizado por un operario, el cual transporta la materia prima a la máquina para iniciar el proceso de corte; posteriormente, después de que esta termina de cortar todas las piezas, se transportan por el mismo operario a la siguiente estación.

**Figura 3. Lámina de acrílico de 3mx2m sobre máquina láser en funcionamiento**



### **12.1.1 Análisis de las tareas y puestos de trabajo**

Se procede a tomar la lámina de acrílico correspondiente, esta es la materia prima y se encuentra ubicada a 5 metros de la máquina de corte, el operario toma la lámina y después de ubicarla sobre la máquina indica a través del programa de diseño AutoCad el corte a realizar por esta. En total se requieren:

- 21 piezas en acrílico (1 espaldar/base, 2 medios, 2 laterales, 1 frontal superior, 3 puertas de vaciado, 6 rieles, 6 topes de puertas).
- 6 piezas en policarbonato (3 puertas para surtir, 3 puertas para autoservicio del cliente)
- 3 piezas en aluminio (1 trasera, 1 frontal superior, 1 frontal inferior)

El puesto de trabajo se encuentra diseñado de manera que el computador donde se realizan los diseños esté cerca a la máquina láser; sin embargo, el transporte de la materia prima hacia la máquina y de las piezas cortadas hacia la siguiente estación, requiere muchos recorridos en los que todos los elementos se transportan manualmente.

### 12.1.2 Determinación de tiempos estándar para el corte de piezas

**Tabla 3. Tiempo estándar para corte de piezas**

PROCEDIMIENTO	TIEMPO (seg)
Transportar materia prima (lámina de acrílico 3mx2m) hacia la máquina láser	58,53
Ubicar la lámina sobre la máquina de manera que encaje correctamente	249,64
Indicar el corte a realizar a través del programa de la máquina láser	241,63
Iniciar proceso de corte para 1 caja	2.700
Corte de 6 puertas en policarbonato (autoservicio y surtido)	360
Corte de aluminio en ángulo de 90 grados (3 medidas: 85cm parte trasera, 45cm frontal superior y 28cm frontal inferior) y regleta 5cm x 65cm	360 (mientras corta la láser)
Retirar piezas cortadas	352,19
Transportar a la siguiente estación	180,12
<b>TOTAL</b>	<b>4.142,11</b>

### 12.1.3 Evaluación

El sitio de trabajo para esta función está definido, se evidencia que uno de los procedimientos que más toman tiempo es el de ubicar la lámina de acrílico de 3x2m en la máquina láser, esto debido al cuidado y precisión que se debe tener para evitar desperdicios de material y daños en la lámina, sumándole el gran tamaño.



Se evidencia que hay un riesgo para el operario, ya que es posible que por un error humano haga contacto alguna de sus extremidades superiores con el láser, lo cual generaría grandes daños en la integridad del operario.

#### **12.1.4 Propuestas de mejora**

Instalar un molde en la máquina ubicada en la zona donde se coloca la lámina de acrílico 3x2m para que esta encaje automáticamente y no se requiere acomodar la lámina frecuentemente, sino que sea un proceso sistemático a partir de este molde que funcionará como guía.

- Acoplar un protector que cubra el láser, para crear así una barrera obligatoria que no permita el contacto con alguna extremidad del operario.
- Disponer de una carretilla que permita transportar la materia prima y el producto en proceso con mayor facilidad y seguridad.

### **12.2 ESTACIÓN DE FORMADO DE PIEZAS**

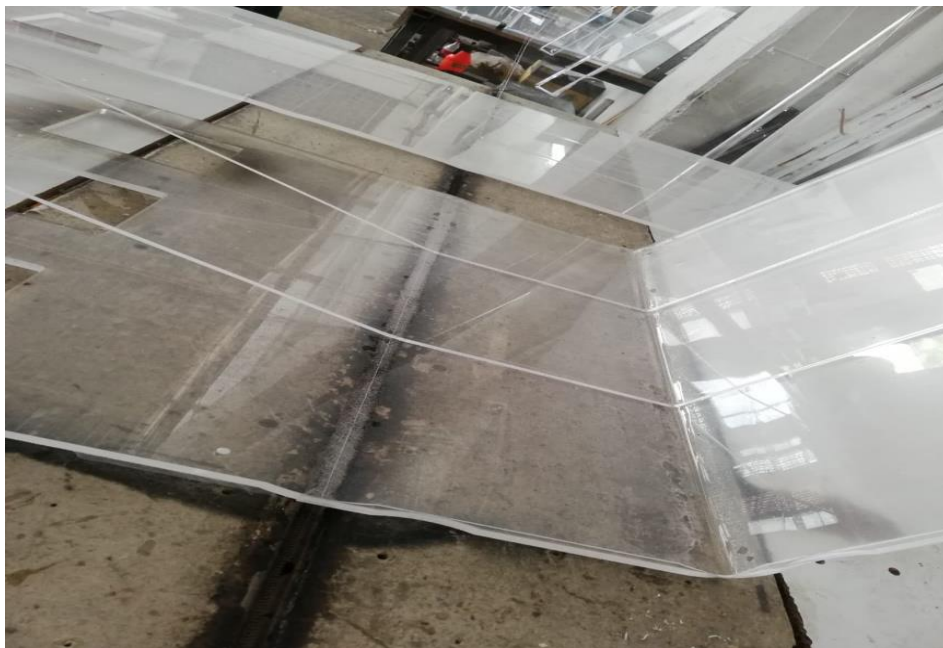
En la estación de formado de piezas, después del corte, se procede a realizar los dobleces necesarios en cada una de las partes, operación que realiza una persona, aplicando calor al acrílico para dejarlo maleable y poder realizar los pliegues requeridos, para esta actividad se cuenta con dos mesas llamadas mesas de resistencia 1 y mesa de 5 alambres de resistencia.

### 12.2.1 Análisis de las tareas y puestos de trabajo

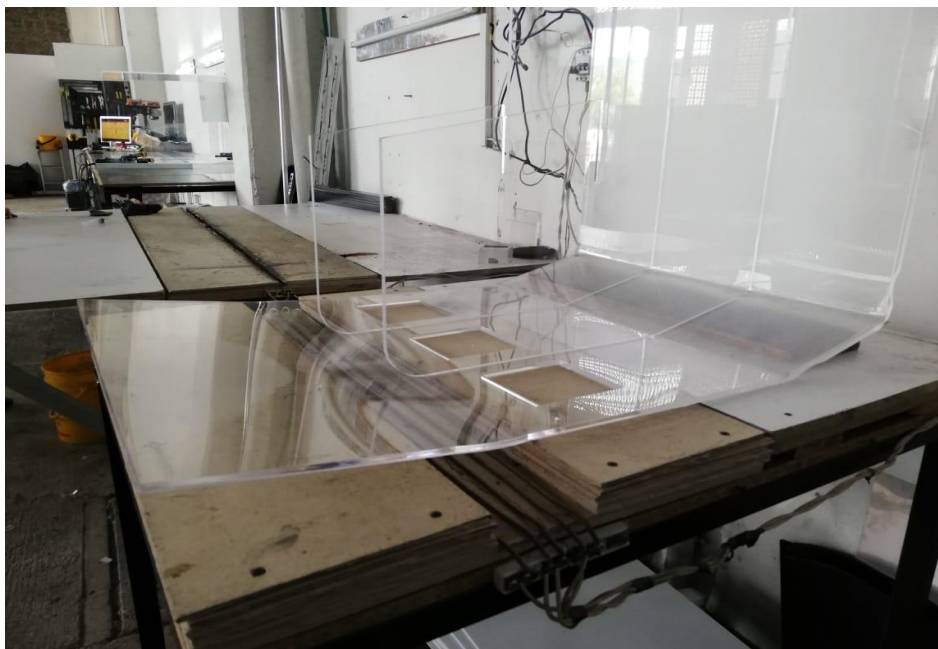
Se procede a tomar la pieza espaldar/base y llevarla a línea de resistencia (1) para hacerle un doblez a  $45^\circ$ , paso siguiente se realiza otro pliegue de  $135^\circ$  en la mesa de resistencia (1), para finalmente en la mesa de 5 alambres de resistencia realizar un doblez de  $90^\circ$ . Con el fin de dejar las piezas de tal forma que se pueda proceder con el pegado de las mismas.

Las dos mesas se encuentran continuas, lo que hace cómodo y ágil el movimiento entre los dos puestos de trabajo.

**Figura 4. Pieza espaldar/base en mesa de resistencia 1 para realizar pliegue de  $135^\circ$**



**Figura 5. Pieza espaldar/base, en mesa de resistencia de 5 alambres para obtener pliegue de 90°**



#### **12.2.2 Determinación de tiempos estándar para el formado de piezas**

**Tabla 4. Tiempo estándar para el formado de piezas**

<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>TIEMPO (seg)</b>
Ubicar la pieza espaldar/base en la mesa de 1 resistencia para obtener un dobléz a 45°	483,91
Ubicar la pieza espaldar/base en la mesa de resistencia 1 para obtener un dobléz a 135°	487,84
Ubicar la pieza espaldar/base en la mesa de 5 alambres de resistencia para obtener un dobléz a 90°	729,32

Transportar las piezas a la estación de pegado.	32,53
<b>TOTAL</b>	<b>1.733,60</b>

### 12.2.3 Evaluación

Se evidencia que la operación se efectúa sin mayor problema ya que las disposiciones físicas de los puestos de trabajo se encuentran correctamente situados además es la segunda área que menor tiempo requiere para la actividad. Las resistencias utilizadas producen un gran calor y el operario que realiza la actividad no utiliza guantes de protección.

### 12.2.4 Propuestas de mejora

- Capacitar a los operarios de la importancia de utilizar los elementos de protección, especialmente en esta área ya que por las altas temperaturas producidas por las resistencias y al estar expuestas, se pueden producir accidentes por quemaduras.

## 12.3 ESTACIÓN DE PULIDO

Un operario realiza el pulido de las piezas: medios, espaldar/base, frontal, rieles y las puertas de policarbonato. Esto debido a las asperezas posiblemente generadas en los procesos anteriores, y con el fin de suavizar cada uno de los bordes para que al aplicar el pegamento en la siguiente estación tenga una buena adherencia.

### 12.3.1 Análisis de las tareas y puestos de trabajo

El proceso de pulido se hace con el fin de suavizar y limar asperezas, el cual se lleva a cabo con una pulidora de forma manual. Inicialmente, se toman los 2 medios y se suavizan sus bordes e inmediatamente se realiza el pegado de dichos medios en la base/espaldar, posteriormente se toma la base/espaldar se pulen sus bordes y en este mismo proceso se pegan los dos laterales, se toma el frontal superior para igualmente pulir sus bordes y finalmente se suavizan las 6 puertas de policarbonato.

El área de pulido consta de una mesa para apoyar las partes y en ocasiones se realiza el pulido con una cuchilla en el suelo por facilidad y comodidad.

**Figura 6. Estación de pulido**



### 12.3.2 Determinación de tiempos estándar para el pulido de piezas

**Tabla 5. Tiempo estándar pulido de piezas**

PROCEDIMIENTO	TIEMPO (seg)
Pulir medios para pegar a la base/espaldar	180,16
Después de pegar medios se pulen bordos del espaldar/base para pegar laterales	307,57
Pulir frontal	120,34
Se pulen los 6 rieles para pegar en la base externa de la caja	187,93
Pulir las 6 puertas de policarbonato	427,72
<b>TOTAL</b>	<b>1.223,72</b>

### 12.3.3 Evaluación

Se evidencia un gran desplazamiento para llevar las partes desde el área de formado al sitio de pulido.

No hay espacio en la mesa para acomodar la pulidora y cuando se requiere es necesario ir hasta la mesa de pegado, que es donde se guarda mientras no se utiliza. Se hace uso de una extensión para la pulidora lo que podría ocasionar algún accidente ya que es una zona muy transitada y el cable puede enredarse con algún operario o cualquier material.

### 12.3.4 Propuestas de mejora

- Sumar un operario más y adicionar otra máquina para pulir con el fin de reducir los tiempos a la mitad a la hora de realizar esta actividad.

- Rediseñar la distribución de la planta, colocando el área de pulido donde actualmente se encuentra el área de cómputo, el cual está ubicado contiguo a las mesas de formado.
- Con la distribución de planta nueva, ya es posible situar la pulidora en la misma área de pulido y no se requiere extensión eléctrica para el funcionamiento de la misma.
- Usar guantes y gafas de protección con el fin de evitar inconvenientes y/o accidentes en los trabajadores, y a su vez, ayudar a que realicen esta labor con mayor confianza y tranquilidad.

## **12.4 ESTACIÓN DE PEGADO**

Un operario realiza el pegado de las partes y la sustancia utilizada es el cloruro de metileno, la cual es la ideal para pegar material acrílico. El proceso es manual, se toma cada parte y se le aplica el cloruro de metileno en sus bordes para así unirlos.

### **12.4.1 Análisis de las tareas y puestos de trabajo**

El producto utilizado para el pegado de las piezas es el cloruro de metileno, por medio de una jeringa y su respectiva aguja se esparce la sustancia en cada uno de los bordes de las piezas. Inicialmente, se pegan los dos medios sobre el espaldar/base, de igual forma los dos laterales; posteriormente, se pega el frontal superior sobre el espaldar/base; y finalmente, se pegan los 6 rieles, 6 topes y 3 reglas de medición para la cantidad de grano.

El área de trabajo tiene el espacio idóneo para colocar las partes que se requieren manipular.

**Figura 7. Estación de pegado**



#### 12.4.2 Determinación de tiempos estándar para el pegado de piezas

**Tabla 6. Tiempo estándar área de pegado**

PROCEDIMIENTO	TIEMPO (seg)
Pegar medios sobre espaldar/base	489,34
Pegar laterales en espaldar/base	483,74
Pegar frontal	302,36
Pegar rieles	727,28
Pegar topes	183,72
Pegar sistemas de medición	182,25
<b>TOTAL</b>	<b>2.368,69</b>



### **12.4.3 Evaluación**

El recipiente con cloruro de metileno no tiene un espacio en la misma área de pegado para guardarlo, por lo que cuando deben abastecer nuevamente la jeringa deben realizar desplazamientos para buscar el pegamento.

El operario no utiliza guantes en el momento de aplicar el pegamento, por lo cual está expuesto directamente al pegamento, de igual forma no utiliza tapabocas, esto puede ser contraproducente ya que el cloruro de metileno emana un olor fuerte el cual puede traer consecuencias adversas a la salud con el transcurso del tiempo.

### **12.4.4 Propuestas de mejora**

- En la parte inferior de la mesa de pegado instalar una tabla de madera la cual se dispondría para ubicar y darle orden a los elementos necesarios como: El pegamento, jeringa y limpiones, así se evitarían los desplazamientos.
- Asignar un operario más en las últimas 3 actividades de este proceso, ya que en estas podrían trabajar paralelamente 2 operarios con el fin de agilizar dichos procedimientos y disminuir su tiempo.
- Inculcar en los operarios que cada vez que se utilice la jeringa dejarla llena con pegamento para evitar detener la operación al recargar de cloruro de metileno la jeringa.

- Informar sobre los riesgos por contacto e inhalación del cloruro de metileno, además recalcar el uso de los elementos de protección: gafas, guantes y tapabocas.

## 12.5 ESTACIÓN DE ACABADO

Después de tener el producto ensamblado en casi su totalidad, se le agregan las puertas, bisagras y los refuerzos de aluminio, estos procedimientos son realizados por 2 operarios.

**Figura 8. Área de acabado**



### **12.5.1 Análisis de las tareas y puestos de trabajo**

Finalmente, para dar el acabado a la caja acrílica para grano, se realizan perforaciones en cada una de las uniones por medio de un taladro de forma manual, con el fin de hacer un refuerzo a la estructura de la caja introduciendo un total de 28 tornillos que brindan una mayor estabilidad y soporte. A continuación, se atornillan en la parte frontal de la caja dos refuerzos de aluminio a lado y lado de la caja y se pega una lámina de aluminio donde se atornillan las tres puertas para autoservicio del cliente; además, se pega en el interior dos regletas métricas de aluminio. Después, se procede a colocar dos bisagras en cada una de las tres puertas para autoservicio del cliente y estas tres puertas con bisagras se montan por medio de tornillos en la lámina de aluminio, la cual ya se encuentra ensamblada en la caja acrílica. Para darle un toque estético y una buena presentación con pomada para acrílico se realiza la limpieza de la caja terminada y finalmente se envuelve el producto terminado en vinipel.

**Figura 9. Pegado cintas métricas**



#### 12.5.2 Determinación de tiempos estándar para el acabado

**Tabla 7. Tiempos estándar acabado**

PROCEDIMIENTO	TIEMPO
Perforación con taladro en las uniones de la caja	303,46
En cada unión de acrílico refuerzo con tornillos x 28	306,50
Refuerzos en aluminio y regleta de medición en aluminio	902,43
Montaje de bisagras a las puertas	487,30
Montaje de puertas con bisagras a la caja	723,05
Limpieza con pomada para acrílico	902,15
Empaque en Vinipel	182,94
<b>TOTAL</b>	<b>3.807,83</b>

### **12.5.3 Evaluación**

El espacio para el almacenamiento de las cajas de acrílico para grano es el óptimo, pero el producto terminado es colocado en el suelo sin ninguna protección, aunque la caja se forra con vinipel, el roce con el suelo puede causar rayones e imperfectos en el producto. Sumado a esto, la limpieza se hace de forma manual con un paño y con pomada para acrílico, en ocasiones dejando artículos no tan limpios.

### **12.5.4 Propuestas de mejora**

- Ubicar un tapete de tela el cual abarque todo el espacio de almacenamiento para proteger la caja de acrílico de rayones e imperfecciones.
- Implementar la limpieza utilizando una pulidora brilladora automática así el trabajo estético será más rápido y efectivo.

### 13. ACTIVIDADES UTILIZADAS EN EL DIAGRAMA DE RECORRIDO DE PROCESOS

**Tabla 8. Descripción actividades del diagrama de recorrido de proceso**

ACTIVIDAD	SIMBOLO	RESULTADO
Operación		Completa, produce
Transporte		Desplaza, transporta, mueve
Inspección		comprueba algo, verifica
Almacenamiento		guarda algo
Inspección se realiza junto con una operación		Combinación
Retraso		Interfiere, retrasa

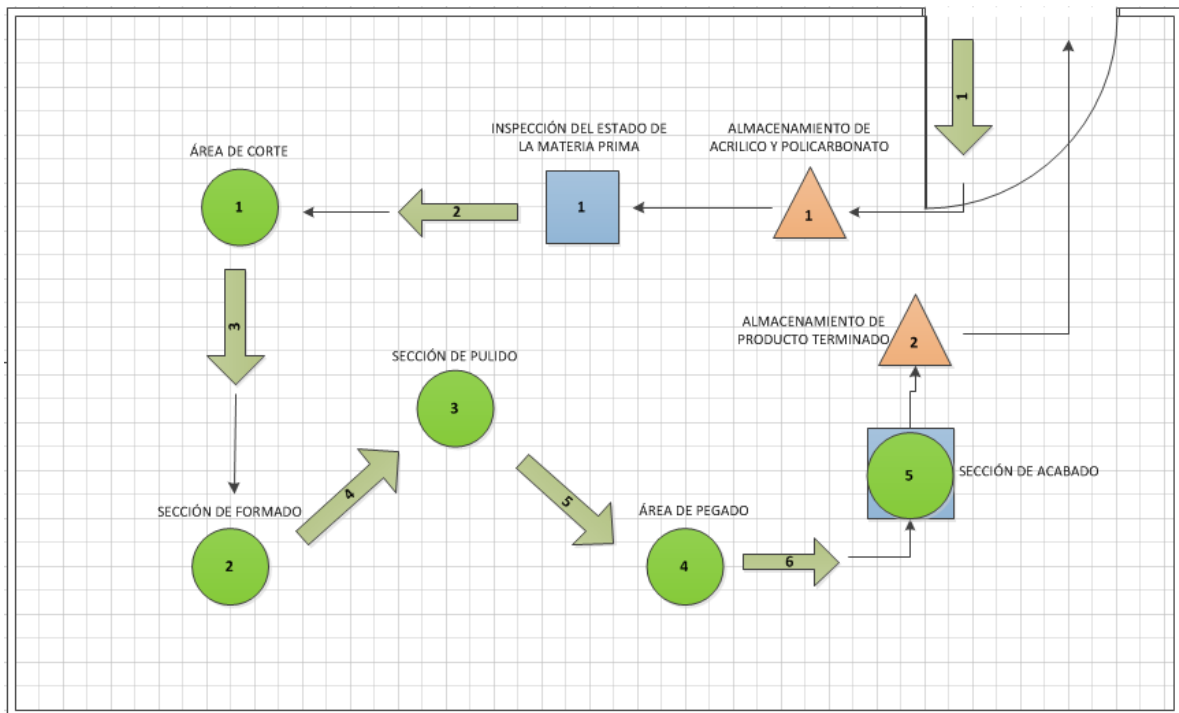
**Operación:** Se da cuando se cambia intencionalmente las características físico/químicas de un objeto o material, cuando es montado o desmontado de otro, cuando se prepara o dispone para otra actividad.

**Transporte:** Sucede cuando se mueve o traslada un objeto de un lado a otro. Excepto cuando el hace parte intrínseca de una operación o son generados por el operario, si el traslado es menor a un metro, no se considera transporte.

**Inspección:** Cuando se examina un objeto para identificar o verificar sus características en cantidad o calidad.

**Almacenamiento:** Se da cuando se guarda o protege algo que no se puede retirar sin autorización, en general se considera que hay almacenaje en el inicio de las materias primas y el producto terminado, los almacenajes intermedios se consideran demoras.

**Figura 10. Diagrama de recorrido de proceso**



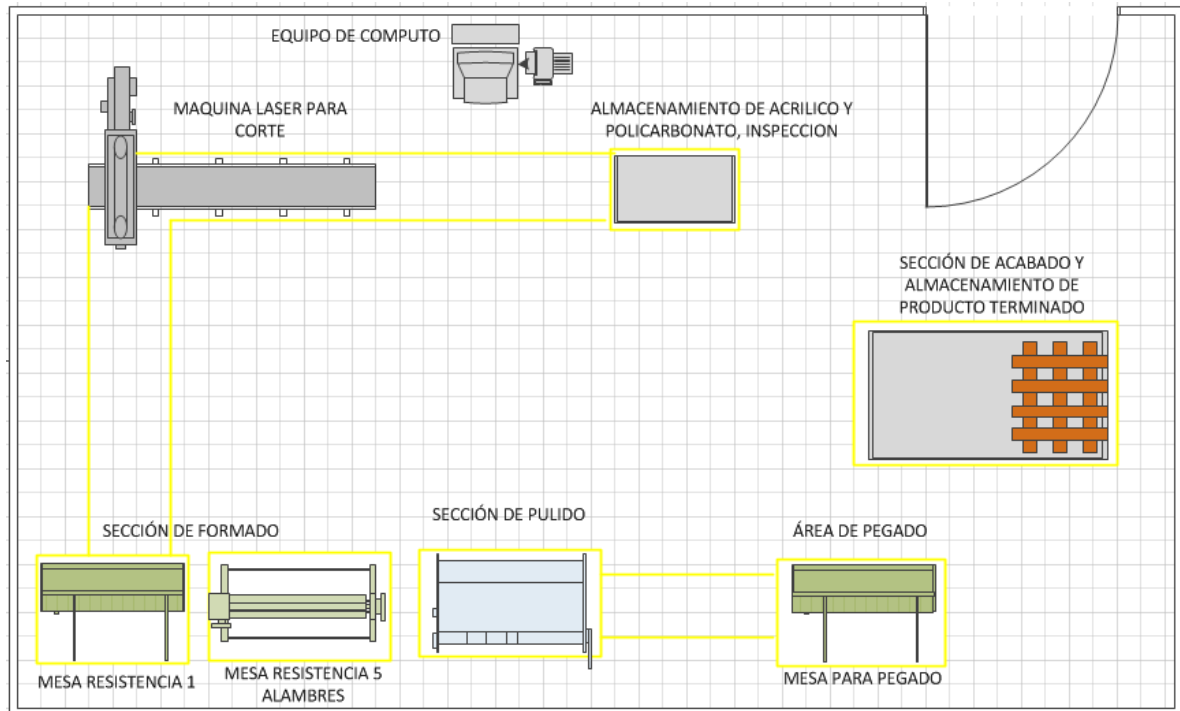
De esta forma se observa el recorrido y los movimientos que se requieren en la planta de producción para tener el artículo terminado “Caja Acrílica para Grano”, se evidencian un total de 14 operaciones de los cuales 6 corresponden a transportes equivalentes a un 42%. Se hace necesario tratar de disminuir este número ya que está ocupando un porcentaje importante de las operaciones totales, además el flujo de la materia prima y producto en proceso tendrá un mejor orden y un flujo más ágil.

A continuación se muestran las mejoras propuestas en la distribución de la planta con base a los resultados arrojados en el diagrama de recorrido de procesos. Se tienen en cuenta algunas restricciones de la empresa de consideración, por ejemplo la máquina cortadora por su tamaño y peso no es posible cambiarla de lugar.



## 14. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PROPUESTA

Figura 11. Diseño de planta propuesto



Se propone colocar el área de pulido continua a la sección de formado, con el fin de evitar el desplazamiento entre estas dos áreas, esto ayudará a los operarios a trasladar las piezas en espacios más cortos pudiéndose realizar en esta misma área. Además esto evitará que el operario de formado pare sus labores para llevar la pieza hasta el área de pulido, esto es posible trasladando el equipo de cómputo al área de corte y así queda el espacio para acomodar el área de pulido. También se propone señalizar en el suelo los recorridos por donde se desplaza la materia prima y los operarios, ya que no se tiene una secuencia clara entre los procesos. De igual forma, queda un espacio en el centro de la planta para una mejor disposición y tránsito de los operarios y materia prima.

## 15. ANÁLISIS DE TIEMPOS DE LINEA

Aspectos a considerar:

- La empresa actualmente tiene una jornada laboral de 8.42 horas al día.
- Los operarios disponen de 15 minutos para desayunar al día.
- Trabajan 6 días a la semana.
- Cuentan con 4 operarios.

**Tabla 9. Tiempos actuales de la línea de producción**

NÚMERO ÁREA	ÁREA	# DE OPERARIOS	TIEMPO (minutos)	%
1	CORTE	1	69,1	31%
2	FORMADO	1	28,9	13%
3	PULIDO	1	20,4	9%
4	PEGADO	1	39,5	18%
5	ACABADO	2	63,5	29%
<b>TOTAL</b>			221,4	100%

Figura 12. Tiempos actuales por área



Propuestas en la mejora de la línea:

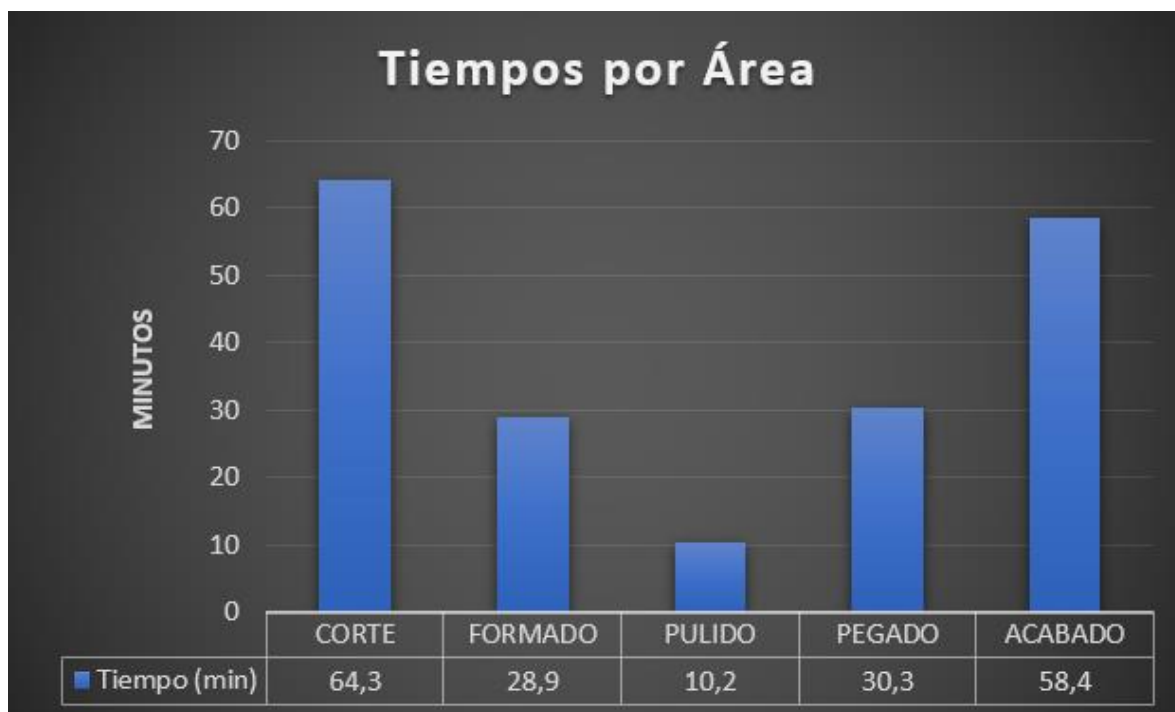
- Establecer una guía de encaje en la máquina de corte para que el proceso de colocar la lámina de acrílico 3x2m sea más rápido y sistemático. Actualmente toma un tiempo 4,16 min.
- Disponer de una carretilla que permita transportar la materia prima y el producto en proceso con mayor facilidad y seguridad en cada uno de los procedimientos, lo que permitiría que la actividad de transportar la lámina de acrílico hacia la primera estación tardará solamente alrededor de 30 segundos.

- Sumar un operario más y adicionar otra máquina para pulir con el fin de reducir los tiempos a la mitad a la hora de realizar esta actividad. Dicho proceso actualmente tarda en total 20,4 min en ser realizado; por ende, este tiempo se reduciría a 10,2 min
- Asignar un operario más en las últimas 3 actividades de este proceso, ya que en estas podrían trabajar paralelamente 2 operarios con el fin de agilizar dichos procedimientos y disminuir su tiempo. Las 3 actividades de pegar rieles, topes y sistemas de medición ocupan 18,22 minutos; por lo tanto, con 2 operarios realizando estas actividades el tiempo podría reducirse a 9,11 minutos haciendo que este proceso que actualmente en total tarda 39,5 minutos pueda reducirse a 30,3 minutos.
- Implementar la limpieza utilizando una pulidora brilladora automática así el trabajo estético será más rápido y efectivo. En cuestión de tiempos, esta implementación optimizaría la actividad de limpieza con pomada para acrílico, la cual tarda alrededor de 15 minutos y podría reducirse a 10 minutos. Por ende, el proceso de acabado pasaría de 63,5 minutos a 58,4 minutos.

**Tabla 10. Tiempos de la línea de producción con propuesta de mejora**

<b>NÚMERO ÁREA</b>	<b>ÁREA</b>	<b># DE OPERARIOS</b>	<b>TIEMPO (minutos)</b>	<b>%</b>
1	CORTE	1	64,3	33%
2	FORMADO	1	28,9	15%
3	PULIDO	2	10,2	5%
4	PEGADO	2	30,3	16%
5	ACABADO	2	58,4	30%
<b>TOTAL</b>			<b>192,1</b>	<b>100%</b>

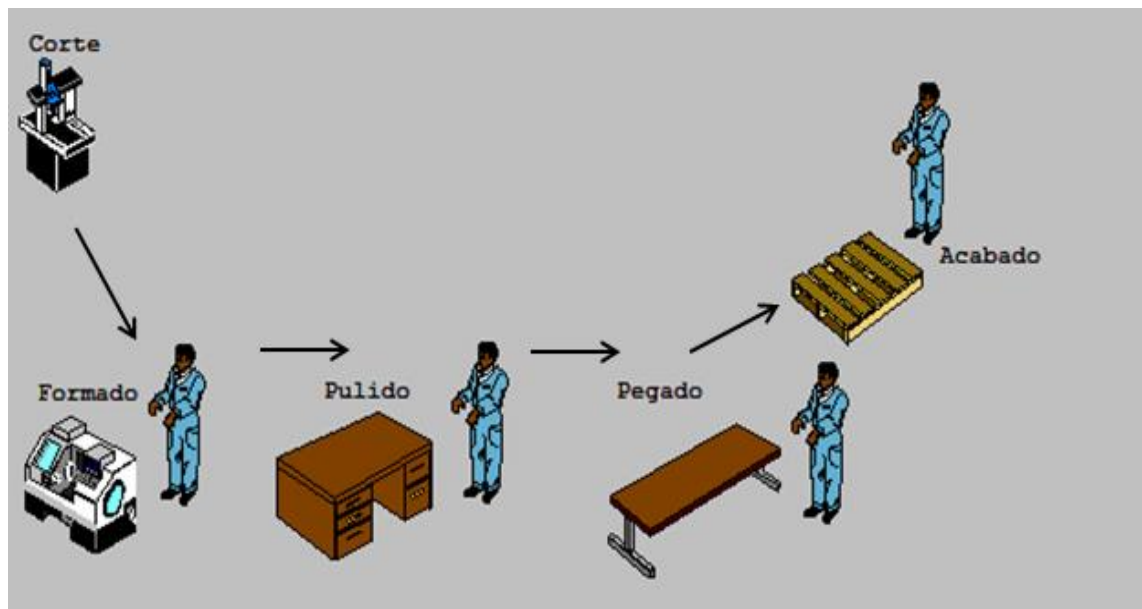
Figura 13. Tiempos propuesta de mejora por área



## 16. MODELO ACTUAL MEDIANTE PROGRAMACIÓN EN PROMODEL

Según el modelo actual la empresa produce 3 cajas de acrílico por jornada laboral. En la cual el área de corte recibe la lámina de acrílico de donde salen 21 partes y recibe la lámina de policarbonato de la que se cortan 6 puertas con un tiempo de 57.20 minutos, es posible realizar el corte a 4 láminas. La pieza espaldar/base después de cortada pasa a la estación de formado durante un tiempo de 28.90 minutos, posteriormente el área de pulido recibe las siguientes partes: 2 medios, 1 frontal, 6 rieles y 6 puertas de policarbonato siendo procesadas en un tiempo de 20.4 minutos. Ya en el área de pegado se reciben los 2 medios que se adhieren sobre el espaldar/base y los 2 laterales igualmente se pegan al espaldar/base, se pega el frontal, los 6 rieles, 6 topes y dos sistemas métricos de aluminio en un tiempo de 39.50 minutos. Por último, la estación de acabado donde se colocan todos los refuerzos de aluminio, además de los tornillos, bisagras, puertas y la limpieza con la pomada tomando un tiempo de 42.93 minutos. Simulación realizada en un tiempo de corrida de 8.42 horas/día.

**Figura 14. Simulación modelo actual**



## 16.1 RESUMEN RESULTADOS SIMULACIÓN MODELO ACTUAL

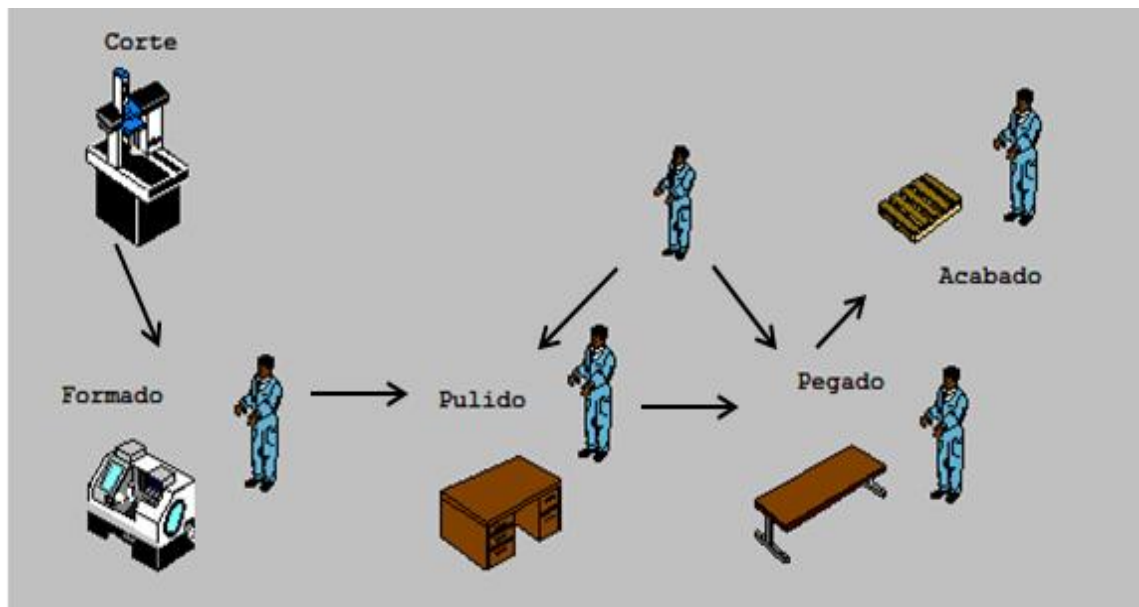
**Tabla 11. Resumen resultados simulación modelo actual**

MODELO ACTUAL.MOD (Normal Run - Avg. Reps)							
Name	Scheduled Time (HR)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents
cola entrada	8.42	999999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Corte	8.42	1.00	4.00	57.20	0.45	1.00	1.00
Formado	8.42	1.00	3.00	28.90	0.17	1.00	0.00
Pulido	8.42	1.00	3.00	20.40	0.12	1.00	0.00
Acabado	8.42	1.00	3.00	42.93	0.25	1.00	1.00
Pegado	8.42	1.00	3.00	39.50	0.23	1.00	0.00

## 17. MODELO CON PROPUESTA DE MEJORA MEDIANTE PROGRAMACIÓN EN PROMODEL

El modelo propuesto consiste inicialmente sumar un operario polifuncional, el cual podrá sumarse como primera medida al área de pulido adquiriendo una nueva máquina pulidora con el fin de reducir el tiempo en esta área a la mitad; es decir, a 10,2 minutos. Después, pasa a apoyar el área de pegado reduciendo el tiempo de proceso a 30,3 minutos. En el área de corte con la implementación de la guía para la lámina de acrílico de 3x2m se reduce el tiempo a 58,19 minutos. Con este modelo se aumenta la producción a 5 cajas de acrílico para grano por jornada laboral, realizando el tiempo de corrida de la simulación en 8.42 horas/día.

**Figura 15. Simulación modelo propuesto**





## 17.1 RESUMEN RESULTADOS SIMULACIÓN MODELO PROPUESTO

**Tabla 12. Resumen resultados simulación modelo propuesto**

MODELO MEJORADO.MOD (Normal Run - Avg. Reps)							
Name	Scheduled Time (HR)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents
cola entrada	8.42	999999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Corte	8.42	1.00	7.00	58.19	0.81	1.00	1.00
Formado	8.42	1.00	6.00	28.47	0.34	1.00	1.00
Pulido	8.42	2.00	5.00	10.20	0.10	1.00	0.00
Acabado	8.42	2.00	5.00	51.92	0.51	1.00	1.00
Pegado	8.42	2.00	5.00	30.30	0.30	1.00	0.00

## **18. ANÁLISIS DEL ESTUDIO**

Se encuentra que la producción actualmente es baja debido a lo siguiente:

- Se evidencian áreas con sobre carga de trabajo debido al largo tiempo de duración de alguna tareas, haciendo énfasis en el área de corte que es el área con más tiempo de proceso y en el área de acabado siendo la segunda estación con el tiempo más alto.
- Actualmente en la empresa no se han presentado accidentes laborales, pero se constata que los operarios no utilizan elementos de protección y seguridad en la mayoría de las funciones, solo en el área de pulido se usan tanto gafas como careta protectora transparente.
- No se lleva registro de operaciones, no tenían estimados tiempos de producción, se hacían los cálculos según experiencias previas.
- Hay una distribución de planta inadecuada según movimientos y desplazamientos que lleva el proceso de producción.
- Ciertos métodos empleados en algunas áreas son inadecuados puesto que exigen más movimientos.

Análisis con la propuesta de mejora:

- Disminución del tiempo de producción de línea a 192 minutos.
- Distribución de cargas de trabajo en las áreas de pulido y pegado.
- Aumento de la producción de 3 Cajas de acrílico para grano al día a 5.

- Nueva distribución de planta de la cual se disminuye un transporte.
- Reacondicionamiento en mesa del área de pegado que evita el desplazamiento por el pegamento y capacitación para dejar claro el proceso al desabastecer la jeringa de pegado.

## **19. CONCLUSIONES**

- Se identificaron cada una de las labores y procedimientos de la línea de producción de la empresa Trazas Ingeniería para la fabricación de la “Caja acrílica para grano”.
- Se logró examinar cada una de las áreas y así mismo los puestos de trabajo que componen estos sitios donde se desarrollan las tareas por parte de los trabajadores.
- Se establecieron alternativas de mejoramiento en los métodos, tiempos y diseño de puestos de trabajo.
- Se diseñó una nueva distribución de planta con respecto a la propuesta de mejora.
- Se pudo comparar por medio del programa de simulación ProModel, el modelo actual y el modelo propuesto de producción.

## **20. RECOMENDACIONES**

- Establecer cuáles son los riesgos de estar expuesto a inhalar, ingerir y estar en contacto directo con la piel y ojos con el Cloruro de Metileno.
- Establecer un registro para entrada y salida de la jornada laboral, así como registro para la hora de almuerzo y tiempo de desayuno.

## 21. BIBLIOGRAFÍA

- [1] KANAWATY, George. Introducción al estudio del trabajo: 4ta Edición. Suiza, 1996.
- [2] MEYERS, Fred E. Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil. México, 2000.
- [3] MUTHER, Richard. Distribución en Planta: 2da Edición. España, 1970.
- [4] NIEBEL, Benjamín W. FREIVALDS, Andris. Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo: 12va Edición. México, 2009.
- [5] SÁNCHEZ CASTAÑO, Julián Eduardo. ALZATE GUZMÁN, Nathalia. Estudio de métodos y tiempos de la línea de producción en la empresa de calzado Caprichosa S.A. Pereira. Tesis de pregrado. Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ingeniería Industrial. Colombia, 2013.
- [6] USTATE PACHECO, Elkin. Estudio de métodos y tiempos en la planta de producción de la empresa Metales y Derivados S. A. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, 2007.
- [7] Normas MIPYMES. {En línea}. {09 de Mayo de 2017}. Disponible en: (<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=14501>).
- [8] Norma Técnica Colombiana NTC 1486. {En línea}. {04 de Agosto de 2008}. Disponible en: (<http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/moodle/mod/resource/view.php?id=102033>).